

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of)
Koji TAKAHARA et al.) Group Art Unit: Unassigned
Application No.: Unassigned) Examiner: Unassigned
Filed: December 6, 2001)
For: POLARIZATION CONVERSION)
OPTICAL SYSTEM AND)
POLARIZATION CONVERSION)
ELEMENT)



2
12 Feb 02
R. Talbot

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

Japan Patent Application No. 2000-370952

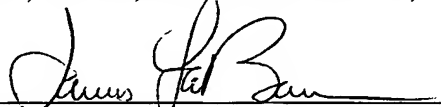
Filed: December 6, 2000

In support of this claim, enclosed is a certified copy of said prior foreign application. Said prior foreign application was referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

Date: December 6, 2001

By: 
James A. LaBarre
Registration No. 28,632

P.O. Box 1404
Alexandria, Virginia 22313-1404
(703) 836-6620

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JCS03 U.S. PTO
10/003216
12/06/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月 6日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-370952

出 願 人

Applicant(s):

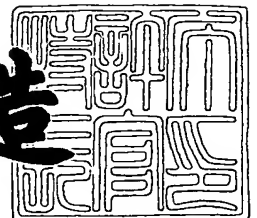
ミノルタ株式会社



2001年10月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3092235

【書類名】 特許願

【整理番号】 TL03961

【提出日】 平成12年12月 6日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 5/30

【発明の名称】 偏光変換光学系および偏光変換素子

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

【氏名】 高原 浩滋

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

【氏名】 高田 球

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

【氏名】 関根 孝二郎

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

【氏名】 波多野 卓史

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100085501

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐野 静夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100111811

【弁理士】

【氏名又は名称】 山田 茂樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 024969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716119

【包括委任状番号】 0000030

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 偏光変換光学系および偏光変換素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 偏光面が不揃いの光を偏光面の揃った光に変換する偏光変換光学系であって、

偏光面が互いに直交する第 1 の偏光成分と第 2 の偏光成分に対して異なる入射角依存性を有し、第 1 の入射角においては第 1 の偏光成分を透過させて第 2 の偏光成分を反射し、第 2 の入射角においては第 2 の偏光成分を透過させる誘電体多層膜と、

誘電体多層膜に第 1 の入射角で入射して誘電体多層膜を透過した光を、誘電体多層膜に第 2 の入射角で入射するように反射する反射素子と、

誘電体多層膜と反射素子の間に位置する $1/4$ 波長板とを備えることを特徴とする偏光変換光学系。

【請求項 2】 反射素子が反射型の回折素子であること特徴とする請求項 1 に記載の偏光変換光学系。

【請求項 3】 誘電体多層膜の第 1 の入射角における第 1 の偏光成分の透過率が 99% 以上であり、第 1 の入射角における第 2 の偏光成分の反射率が 99% 以上であり、第 2 の入射角における第 2 の偏光成分の透過率が 95% 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の偏光変換光学系。

【請求項 4】 第 1 の入射角と第 2 の入射角の差が 30° 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の偏光変換光学系。

【請求項 5】 請求項 2 に記載の偏光変換光学系を含み、誘電体多層膜と $1/4$ 波長板と回折素子が一体となっていることを特徴とする偏光変換素子。

【請求項 6】 誘電体多層膜と $1/4$ 波長板の間または $1/4$ 波長板と回折素子の間に基板を備えることを特徴とする請求項 5 に記載の偏光変換素子。

【請求項 7】 $1/4$ 波長板の表面に回折格子が形成されており、 $1/4$ 波長板の表面部分が回折素子を兼ねることを特徴とする請求項 5 に記載の偏光変換素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、偏光面が不揃いの光を偏光面の揃った光に変換する偏光変換光学系、および偏光変換光学系を単一の素子とした偏光変換素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

偏光面が一定の直線偏光を利用する光学装置では、光の利用効率を高めるために、偏光面が不揃いの光を偏光面の揃った光に変換することが行われている。例えば、液晶表示器により照明光を変調する映像表示装置では、光源であるランプが発する無偏光（偏光面が無秩序な光）を偏光面の揃った光に変換し、変換後の光を照明光として液晶表示器に導くことで、明るい映像を提供するようにしている。

【0003】

偏光面が不揃いの光を偏光面の揃った光に変換する偏光変換光学系の代表的な構成を図10に示す。この偏光変換光学系50は、偏光ビーム分離（PBS）プリズム51、1/2波長板52、およびミラー53より成る。PBSプリズム51は、偏光分離膜51aを2つの三角プリズムで挟んで作製されている。偏光分離膜51aはp偏光を透過させてs偏光を反射するように設定された誘電体多層膜であり、偏光面が互いに直交する2つの偏光成分であるp偏光とs偏光を分離する。

【0004】

1/2波長板52は分離されたp偏光の直線偏光とs偏光の直線偏光のいずれかの光路上に配置され、入射する直線偏光の偏光面を90°回転させて他方の直線偏光の偏光面に一致させる。図10は、偏光分離膜51aに対してp偏光であった偏光成分をs偏光の偏光成分とする場合を示している。

【0005】

偏光分離膜を設けたPBSプリズムに代えて、複屈折結晶を貼り合わせたPBSプリズムを用いることにより偏光分離を行い、分離した一方の直線偏光の偏光面を1/2波長板で回転させるようにした偏光変換光学系もある。

【0006】

近年では、複屈折回折格子によって偏光分離を行い、1/2波長板で偏光面を揃えるようにした偏光変換光学系が提案されている（例えば、特開平10-197827号公報、特開2000-137194号公報）。複屈折回折格子は、偏光面が互いに直交する2つの偏光成分に対する回折格子の回折効率の差を利用して、偏光分離を行うものである。

【0007】

複屈折回折格子の構成を図11に示す。複屈折回折格子61は、複屈折性を有する液晶等の複屈折材料62を、回折格子63aが形成された板状の部材63と平板状の部材64で挟んで作製されている。常光oに対する複屈折材料62と部材63の屈折率は等しく設定されており、異常光eに対する複屈折材料62と部材63の屈折率は相違する。したがって、異常光eは回折格子63aによって回折されて偏向し、常光oは回折されることなく直進する。これにより両偏光が分離される。

【0008】

上記のいずれの偏光変換光学系も、変換対象とする光がどのような偏光状態であっても、そのほとんど全てを偏光面の揃った直線偏光とすることができる。したがって、これらの偏光変換光学系を備える光学装置は、光源からの光をきわめて効率よく利用することが可能である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、いずれの偏光変換光学系にも小型化が難しいという問題がある。図10に示した偏光変換光学系50では、正四角柱状のPBSプリズム51によって偏光分離を行うため、変換前の光ビームに沿う方向の大きさがビーム径以上となる。また、分離直後の2つの直線偏光が互いに垂直な方向に進むため、一方の光路を折り曲げるためのミラー53が必要になって、光ビームに垂直な方向の大きさがビーム径の2倍以上になる。

【0010】

複屈折結晶を貼り合わせたPBSプリズムを用いる偏光変換光学系や、図11

の複屈折回折格子を用いる偏光変換光学系では、変換前の光ビームに沿う方向の大きさが偏光変換光学系 5 0 よりもさらに大きくなる。偏光分離を行うための素子そのものは薄型であるものの、素子を透過した 2 つの偏光成分の光ビームの進行方向に大きな角度差がなく、両者が完全に分離するまでに長い光路が必要となるからである。変換前の光ビームに垂直な方向の大きさも、やはりビーム径の 2 倍以上になる。

【 0 0 1 1 】

複屈折を利用するこれらの偏光変換光学系は、マイクロレンズアレイと組み合わせれば、ある程度小型化することができる。一例として、図 1 1 の複屈折回折格子 6 1 にマイクロレンズアレイ 6 5 を組み合わせた偏光変換光学系 6 0 の構成を図 1 2 に示す。複屈折回折格子 6 1 の出射側の面にマイクロレンズアレイ 6 5 が貼り合わされており、複屈折回折格子 6 1 を透過した光はマイクロレンズ 6 5 a によって個別に収束ビームとされる。進行方向に差のある 2 つの偏光成分は異なる位置に収束し、収束ビームとなっているため早期に分離する。1 / 2 波長板 6 6 はマイクロレンズ 6 5 a と同数に分割されて、一方の偏光成分のビームの収束位置近傍に配置される。

【 0 0 1 2 】

偏光変換光学系 6 0 では、変換前の光ビームに対して垂直な方向の大きさがビーム径の 2 倍未満となり、変換前の光ビームに沿う方向の大きさも小さくなる。しかし、それでも 1 / 2 波長板 6 6 をマイクロレンズアレイ 6 5 からビーム径程度離れた位置に配置する必要がある、光学系全体の小型化には限界がある。しかも、マイクロレンズアレイ 6 5 と 1 / 2 波長板 6 6 の相対位置を精度よく設定する必要があるから、組立工程も複雑になる。

【 0 0 1 3 】

複屈折結晶を貼り合わせた P B S プリズムを用いる偏光変換光学系では、さらに、複屈折結晶が高価であり、また、複屈折結晶の貼り合わせ工程も複雑であるため、量産性に欠けるという問題もある。

【 0 0 1 4 】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたもので、小型で作製も容易な偏

光変換光学系および偏光変換素子を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明では、偏光面が不揃いの光を偏光面の揃った光に変換する偏光変換光学系を、偏光面が互いに直交する第1の偏光成分と第2の偏光成分に対して異なる入射角依存性を有し、第1の入射角においては第1の偏光成分を透過させて第2の偏光成分を反射し、第2の入射角においては第2の偏光成分を透過させる誘電体多層膜と、誘電体多層膜に第1の入射角で入射して誘電体多層膜を透過した光を、誘電体多層膜に第2の入射角で入射するように反射する反射素子と、誘電体多層膜と反射素子の間に位置する1/4波長板とで構成する。

【0016】

この偏光変換光学系は、偏光変換の対象とする光を誘電体多層膜側から入射させて誘電体多層膜側に出射させる。誘電体多層膜に第1の入射角で入射する光のうち、第2の偏光成分は誘電体多層膜によって反射され、第1の偏光成分はこれを透過して1/4波長板に入射する。第1の偏光成分は、1/4波長板への入射時には直線偏光となっているが、1/4波長板を透過することにより円偏光となる。この円偏光は反射素子に達して反射される。反射された円偏光は再び1/4波長板を透過することにより、偏光面が90°回転した直線偏光、すなわち第2の偏光成分となって、誘電体多層膜に再入射する。

【0017】

反射素子は誘電体多層膜への入射角が第2の入射角となるように光を反射するから、誘電体多層膜に再入射した第2の偏光成分はこれを透過する。したがって、最初に誘電体多層膜を透過した第1の偏光成分は、最初に誘電体多層膜で反射された成分と同じ第2の偏光成分として誘電体多層膜から出射することになり、偏光面が不揃いであった光は偏光面の揃った光に変換される。

【0018】

誘電体多層膜や反射素子が1/4波長板から離間しているか否かは、上記の作用には影響しない。つまり、誘電体多層膜と反射素子が1/4波長板に接する構

成とすることが可能であり、これにより、小型の偏光変換光学系とすることができる。

【0019】

ここで、反射素子を反射型の回折素子とするとよい。反射型の回折素子は、正反射をするミラー等の通常の反射素子とは異なり、反射角が入射角と異なる設定とすることが可能である。したがって、第1の入射角で入射して誘電体多層膜を透過した光を第2の入射角で誘電体多層膜に再入射させるために、回折素子を誘電体多層膜に対して傾斜させる必要はなく、平行に配置することができる。回折素子を誘電体多層膜に対して平行に配置すると、偏光変換の対象とする光のビーム径がいくら大きくても厚さは増大せず、確実に小型の光学系とすることができる。

【0020】

誘電体多層膜の第1の入射角における第1の偏光成分の透過率を99%以上とし、第1の入射角における第2の偏光成分の反射率を99%以上とし、第2の入射角における第2の偏光成分の透過率を95%以上とするとよい。このようにすると、偏光状態がどのような光であっても、損失をごく僅かに抑え、かつ、偏光面の異なる偏光成分の混入がほとんどない光とすることができる。

【0021】

また、第1の入射角と第2の入射角の差を 30° 以下とするとよい。偏光変換光学系から出射する第2の偏光成分には、第1の入射角と第2の入射角の差だけ進行方向の異なるものが存在することになる。この角度差を 30° 以下にすることで、偏光変換後の光を利用する他の光学素子や光学系での取扱いが容易になる。

【0022】

前記目的を達成するために、本発明では、反射素子を反射型の回折素子とした構成の偏光変換光学系を、その誘電体多層膜と $1/4$ 波長板と回折素子を一体化して、偏光変換素子とする。回折素子は誘電体多層膜に平行にすることができるから、薄い板状の素子となる。また、単一の素子とすることで誘電体多層膜と回折素子が相互に固定され、後に両者の相対角度を調節する必要がなくなる。

【0023】

ここで、誘電体多層膜と1/4波長板の間または1/4波長板と回折素子の間に基板を備えるとよい。基板は偏光変換の機能には関与しないが、これによって他の構成要素の固定や偏光変換素子の形状維持を容易にすることができる。

【0024】

回折素子としては回折格子を用いるのが簡便である。この場合、表面に回折格子の形成された板状の部材を回折素子とすることができるし、1/4波長板の表面に回折格子を形成して、1/4波長板の表面部分が回折素子を兼ねる構成とすることもできる。

【0025】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の偏光変換光学系を単一の素子すなわち偏光変換素子とした実施形態について、図面を参照しながら説明する。第1の実施形態の偏光変換素子1の構成を図1に模式的に示す。偏光変換素子1は誘電体多層膜11、回折格子12、1/4波長板13、および基板14を備えている。

【0026】

誘電体多層膜11は、基板14の表面に設けられており、屈折率の異なる複数の誘電体を多重に積層することにより作製されている。誘電体多層膜11は、光に対する透過率と反射率が入射角によって変化する入射角依存性を有し、かつ、p偏光に対する入射角依存性とs偏光に対する入射角依存性が相違するように設定されている。

【0027】

回折格子12は板状の部材12aの表面に形成されている。回折格子12は部材12a側から入射する光を部材12a側に反射しつつ、反射光に回折を生じさせるように設定されており、回折格子12を有する部材12aは反射型の回折素子となる。

【0028】

1/4波長板13は基板14に貼り付けられており、部材12aは1/4波長板13に貼り付けられている。部材12a、1/4波長板13および基板14は

いずれも平板状であり、互いに平行である。なお、ここでは貼り合わせによって構成要素を一体化しているが、周辺部を誘電体多層膜 1 1 側からと部材 1 2 a 側から挟みつけることによって構成要素を一体化することもできる。

【0029】

偏光変換素子 1 は、偏光変換の対象とする光を誘電体多層膜 1 1 側から入射させて、偏光変換した光を誘電体多層膜 1 1 側に出射させる。具体的には、変換対象光を誘電体多層膜 1 1 によって、透過する p 偏光と反射される s 偏光とに分離し、透過した p 偏光を 1/4 波長板 1 3 によって円偏光とし、この円偏光を回折格子 1 2 によって反射し、反射した円偏光を 1/4 波長板 1 3 によって偏光面が 90° 回転した s 偏光とする。そして、この s 偏光を誘電体多層膜 1 1 に再入射させて透過させ、最初に反射した s 偏光と共に射出させる。

【0030】

誘電体多層膜 1 1 による偏光分離と、変換後の偏光成分の射出の原理を図 2 を参照して説明する。図 2 は、誘電体多層膜 1 1 への入射角と p 偏光および s 偏光に対する誘電体多層膜 1 1 の反射率の関係の典型例を示したものである。透過率と反射率は、透過率 + 反射率 = 1 の関係にある。誘電体多層膜 1 1 は、入射角が小さいときには p 偏光と s 偏光の双方に対する透過率が高く、入射角が大きいときには p 偏光と s 偏光の双方に対する反射率が高く、入射角が中程度のときには p 偏光に対する透過率が高く s 偏光に対する反射率が高くなるように設定されている。

【0031】

偏光変換の対象とする光は誘電体多層膜 1 1 に所定の第 1 の入射角 A で入射させる。この入射角 A は、p 偏光に対する透過率が高く、s 偏光に対する反射率が高い範囲内とする。また、1/4 波長板 1 3 から誘電体多層膜 1 1 へは所定の第 2 の入射角 B で入射させる。この入射角 B は、s 偏光に対する透過率が高い範囲内とする。これにより、誘電体多層膜 1 1 による p 偏光と s 偏光の分離と、p 偏光から変換された s 偏光の誘電体多層膜 1 1 の透過の両立が可能になる。

【0032】

回折格子 1 2 は、入射角 A で誘電体多層膜 1 1 に入射してこれを透過した光を

、正反射するのではなく、入射角 B で誘電体多層膜 1 1 に再入射するように、回折条件を設定されている。このような回折条件は、入射角 A、B に加えて、基板 1 4、 $1/4$ 波長板 1 3 および部材 1 2 a の屈折率および厚さを考慮して、容易に定めることができる。

【0033】

誘電体多層膜 1 1 の具体的構成の一例を図 3 に示す。この例は、屈折率 1.47 のガラス製の基板 1 2 上に、 SiO_2 から成る屈折率 1.46 の誘電体層 1 1 a と、 TiO_2 および La_2O_3 から成る屈折率 2.1 の誘電体層 1 1 b を交互に、計 32 層設けたものである。誘電体層 1 1 a、1 1 b の厚さは、屈折率を n で表すと、偏光変換の対象とする光の波長の $1/4n$ である。

【0034】

図 3 の構成の誘電体多層膜 1 1 における入射角と p 偏光および s 偏光に対する反射率の関係を図 4 に示す。この場合、変換対象光の誘電体多層膜 1 1 への入射角 A を 56.5° 、変換後の光の誘電体多層膜 1 1 への再入射の入射角 B を 27.5° または、 38.0° とする。なお、入射角 56.5° においては、p 偏光の透過率は 99.5% 以上であり、s 偏光の反射率も 99.5% である。また、入射角 27.5° における s 偏光の透過率は 95.3% であり、入射角 38.0° における s 偏光の透過率は 97.6% である。

【0035】

偏光変換効率（変換前の光の強度に対する変換後の光に含まれる s 偏光の強度の比）を高めるためには、入射角 A における p 偏光の透過率を 99% 以上、入射角 A における s 偏光の反射率を 99% 以上、入射角 B における s 偏光の透過率を 95% 以上とすることが望ましい。この設定で無偏光の光を対象として偏光変換すると、偏光変換効率は 96.5% 以上となる。

【0036】

誘電体多層膜 1 1 の特性を図 4 に示したものとし、入射角 A および B をそれぞれ 56.5° および 27.5° とすると、無偏光の光を対象とするときの偏光変換効率は 97.1% 以上となる。また、入射角 A および B をそれぞれ 56.5° および 38.0° とすると、無偏光の光を対象とするときの偏光変換効率は 98

． 3 % 以上となる。実際には、回折格子 1 2 による回折効率も影響するから、偏光変換効率はこれらの計算値よりもやや低くなるが、偏光変換素子 1 は効率よく偏光変換を行うことができる。

【 0 0 3 7 】

誘電体多層膜 1 1 への再入射の入射角 B において p 偏光の透過率が高いことは、変換後の光の純度に影響する可能性があるが、入射角 A における s 偏光の反射率が高ければほとんど問題とならない。例えば、入射角 A における s 偏光の反射率が 9 9 % であれば、変換によって生じる p 偏光は 1 % にすぎない。入射角 B を、p 偏光の透過率が 4 . 7 % の 2 7 . 5 ° だけでなく、p 偏光の透過率が約 3 3 % の 3 8 . 0 ° とし得るのはこの理由による。

【 0 0 3 8 】

偏光変換素子 1 から出射する s 偏光には変換前から s 偏光であったものと、変換により s 偏光となったものが含まれるが、前者と後者の光路には入射角 A と入射角 B の差に等しい角度差が生じる。この角度差が大きいと変換後の光の他の光学系や光学素子での取扱いが難しくなるから、入射角 A と入射角 B の差はできるだけ小さくするのが望ましい。上記の設定では、入射角 A と入射角 B の差は 2 9 ° または 1 8 . 5 ° であり、後の取扱いも容易である。このように、入射角 A、B の差は 3 0 ° 以下とするのがよい。

【 0 0 3 9 】

偏光変換素子 1 の変形例である第 2 ～ 第 5 の実施形態の偏光変換素子 2 ～ 5 の構成を図 5 ～ 図 8 に模式的に示す。図 5 に示した第 2 の実施形態の偏光変換素子 2 は、1 / 4 波長板 1 3 と基板 1 4 の位置を逆にしたものであり、図 6 に示した第 3 の実施形態の偏光変換素子 3 は、基板 1 4 を省略したものである。いずれの偏光変換素子 2、3 においても、誘電体多層膜 1 1 は 1 / 4 波長板 1 3 の表面に設けられている。

【 0 0 4 0 】

図 7 に示した第 4 の実施形態の偏光変換素子 4 は、回折格子 1 2 を 1 / 4 波長板 1 3 の表面に直接形成して、部材 1 2 a を省略したものである。図 8 に示した第 5 の実施形態の偏光変換素子 5 は、誘電体多層膜 1 1 を 1 / 4 波長板 1 3 の表

面に設けるとともに、回折格子 1 2 を $1/4$ 波長板 1 3 の表面に形成して、基板 1 4 と部材 1 2 a を省略したものである。

【0 0 4 1】

上記の偏光変換素子 1 ～ 5 では、誘電体多層膜 1 1 を透過した光を回折格子 1 2 によって反射するようにしているが、ホログラムを利用した反射型の回折素子や、回折素子ではない単なるミラーを用いることも可能である。誘電体多層膜 1 1 を透過した光をミラーによって反射するようにした第 6 の実施形態の偏光変換素子 6 の構成を図 9 に模式的に示す。

【0 0 4 2】

この偏光変換素子 6 は、偏光変換素子 1 の回折格子 1 2 が形成された部材 1 2 a に代えて、平面状のミラー 1 5 を備えている。ただし、ミラー 1 5 は正反射をするため、誘電体多層膜 1 1 と平行に配置すると、前述の入射角 A と入射角 B を相違させることができない。そこで、 $1/4$ 波長板 1 3 とミラー 1 5 の間の周辺部に厚さの異なる 2 つのスペーサ 1 6 a、1 6 b を介装して、ミラー 1 5 を誘電体多層膜 1 1 に対して傾斜させている。傾斜の角度はスペーサ 1 6 a、1 6 b の厚さで調節することができるし、スペーサ 1 6 a、1 6 b の間隔で微調整することもできる。

【0 0 4 3】

きわめて簡素なミラーを使用する偏光変換素子 6 は、回折格子を使用する偏光変換素子 1 ～ 5 よりも低コストで実現することが可能である。ただし、厚さが一定ではなく、偏光変換の対象とする光のビーム径が大きくなるほど厚さが増すことになるから、小型化の観点からは、回折素子を使用する方が有利であるといえる。

【0 0 4 4】

なお、上記の各実施形態では偏光変換素子とした例を示したが、本発明の偏光変換光学系は必ずしも単一の素子とする必要はなく、各構成要素を独立の部材としてもかまわない。構成要素を独立の部材とすると、反射素子である回折格子やミラーの誘電体多層膜に対する角度の調節が必要になるが、あらかじめ構成要素を一体化して単一の素子としておけば、そのような調節は不要であり、容易に利

用することができる。

【0045】

【発明の効果】

本発明の偏光変換光学系は、変換対象の光ビームに沿う方向の大きさと光ビームに垂直な方向の大きさの双方をビーム径程度にすることが可能であり、小型の光学系となる。しかも、構成要素が少ないため、作製も容易である。さらに、高価な光学要素を必要としないから、低コストで実現できる。

【0046】

反射素子として回折素子を用いると、反射素子を誘電体多層膜に対して平行に配置することが可能になり、両者の位置関係の設定がきわめて容易になる。

【0047】

第1の入射角での第1の偏光成分の透過率と第2の偏光成分の反射率が共に99%以上で、第2の入射角での第2の偏光成分の透過率が95%以上となるように誘電体多層膜を設定すると、偏光状態がどのような光であっても、損失をごく僅かに抑えつつ、偏光面の異なる偏光成分の混入がほとんどない光とすることができ。第1の入射角と第2の入射角の差を 30° 以下にすると、偏光変換後の光の他の光学素子や光学系での取扱いが容易になる。

【0048】

また、本発明の偏光変換素子は、薄型の素子となり、変換対象の光のビーム径がいくら大きくても厚さを増す必要がない。しかも、誘電体多層膜と回折素子が固定されており、両者の角度を調節をする必要がないから、きわめて利用し易い。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施形態の偏光変換素子の構成と偏光変換の原理を模式的に示す断面図。

【図2】 各実施形態の偏光変換素子の誘電体多層膜への入射角とp偏光およびs偏光に対する誘電体多層膜の反射率の典型的な関係を示す図。

【図3】 各実施形態の偏光変換素子の誘電体多層膜の具体的構成例を模式的に示す断面図。

【図 4】 図 3 の構成の誘電体多層膜への入射角と p 偏光および s 偏光に対する誘電体多層膜の反射率の関係を示す図。

【図 5】 第 2 の実施形態の偏光変換素子の構成と偏光変換の原理を模式的に示す断面図。

【図 6】 第 3 の実施形態の偏光変換素子の構成と偏光変換の原理を模式的に示す断面図。

【図 7】 第 4 の実施形態の偏光変換素子の構成と偏光変換の原理を模式的に示す断面図。

【図 8】 第 5 の実施形態の偏光変換素子の構成と偏光変換の原理を模式的に示す断面図。

【図 9】 第 6 の実施形態の偏光変換素子の構成と偏光変換の原理を模式的に示す断面図。

【図 1 0】 従来の偏光変換光学系の構成と偏光変換の原理を模式的に示す断面図。

【図 1 1】 従来の偏光分離素子の構成と偏光分離の原理を模式的に示す断面図。

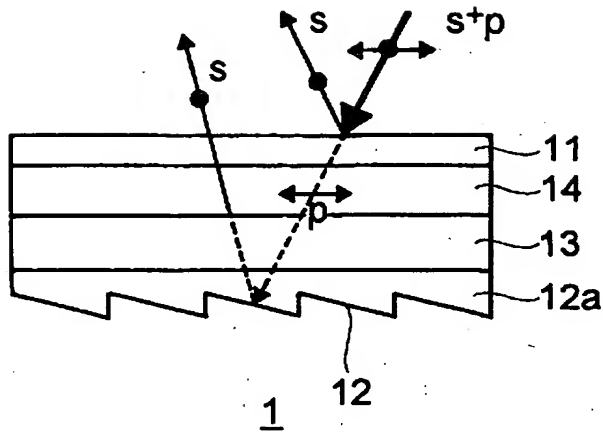
【図 1 2】 図 1 1 の偏光分離素子を備える従来の偏光変換光学系の構成と偏光変換の原理を模式的に示す断面図。

【符号の説明】

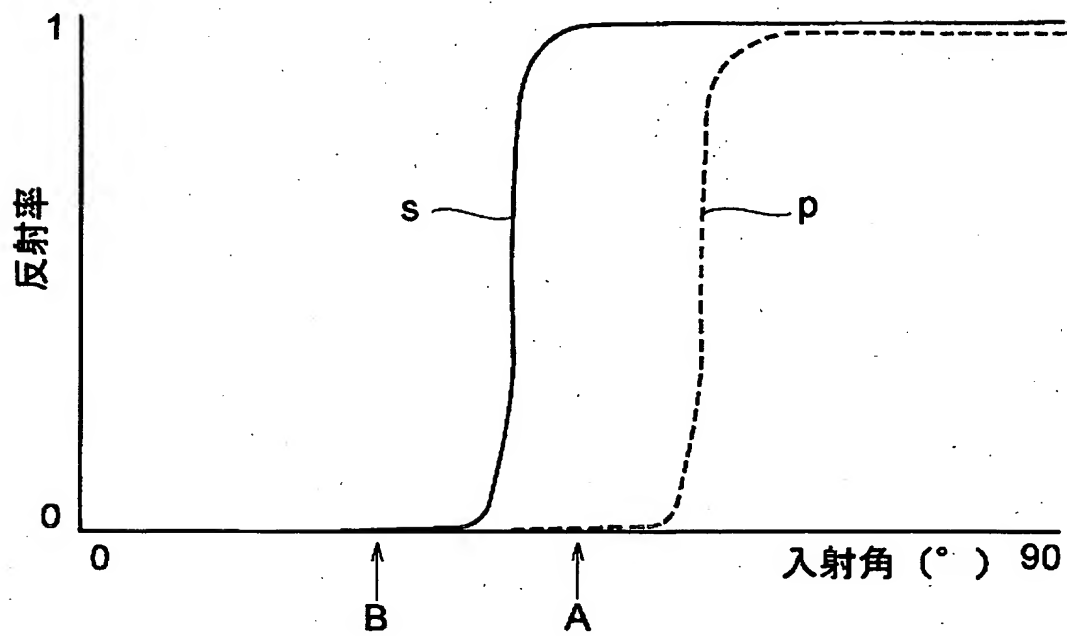
- 1、2、3、4、5、6 偏光変換素子
- 1 1 誘電体多層膜
- 1 1 a、1 1 b 誘電体層
- 1 2 回折格子
- 1 2 a 板状部材
- 1 3 1 / 4 波長板
- 1 4 基板
- 1 5 ミラー
- 1 6 a、1 6 b スペース

【書類名】 図面

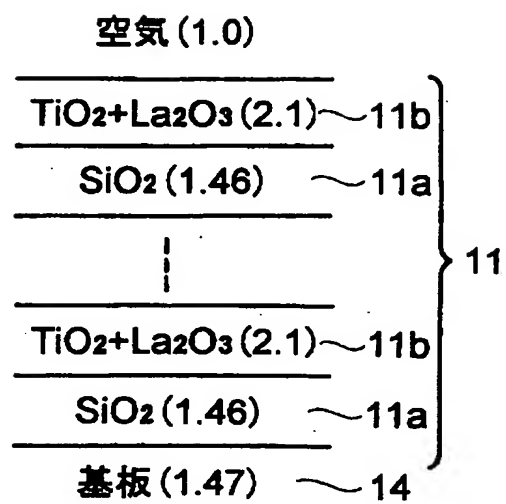
【図 1】



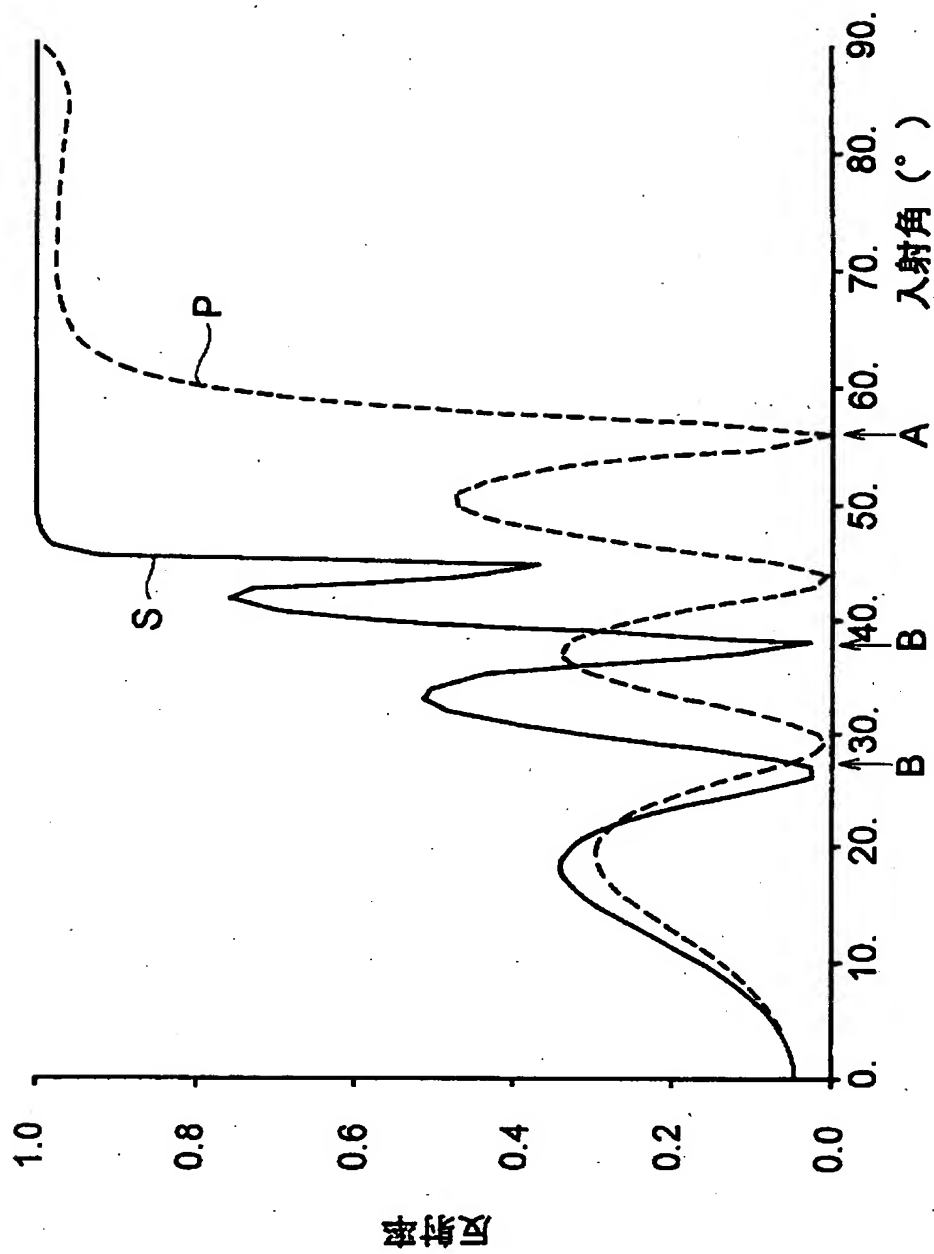
【図 2】



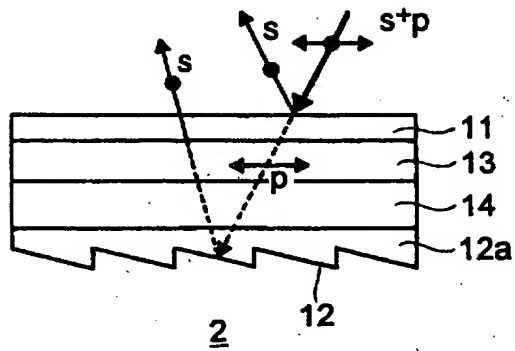
【図 3】



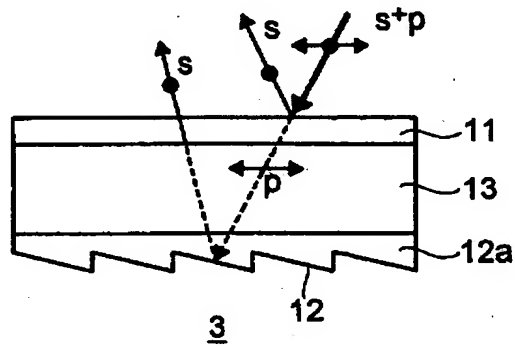
【図4】



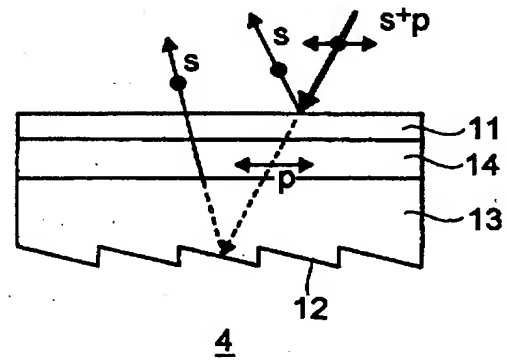
【図 5】



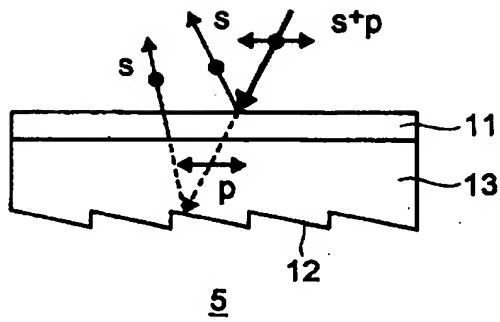
【図 6】



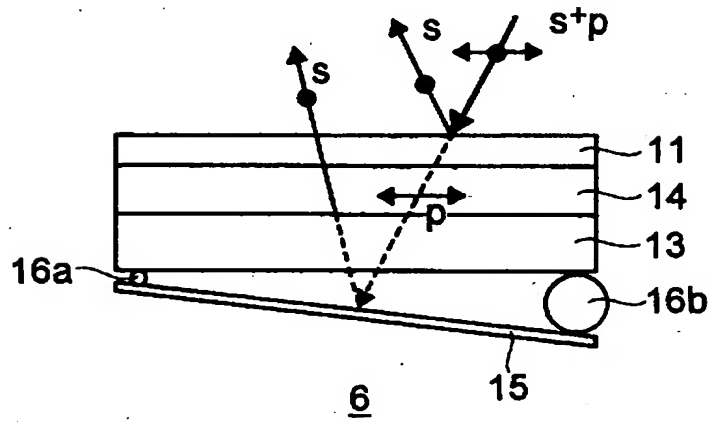
【図 7】



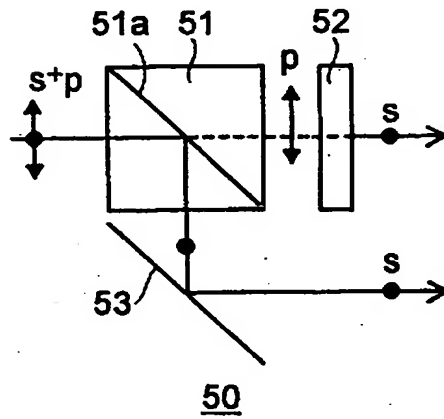
【図 8】



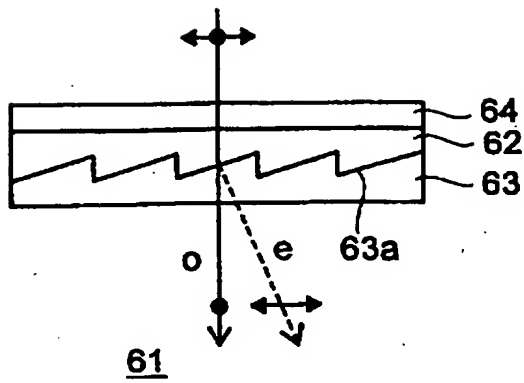
【図 9】



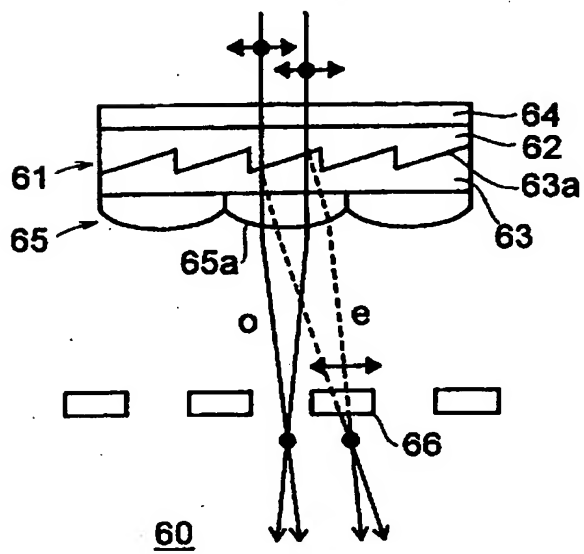
【図 1 0】



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 偏光面が不揃いの光を偏光面の揃った光に変換する偏光変換光学系の小型化を図る。

【解決手段】 第1の入射角においてはp偏光を透過させてs偏光を反射し、第2の入射角においてはs偏光を透過させる誘電体多層膜と、誘電体多層膜に第1の入射角で入射してこれを透過した光を、誘電体多層膜に第2の入射角で入射するように反射する回折格子と、誘電体多層膜と回折素子の間に位置する $1/4$ 波長板とで偏光変換光学系を構成し、これらを一体化して偏光変換素子とする。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名 ミノルタ株式会社